

AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DOS GRÃOS DE CAFÉ BENEFICIADOS EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO COM DOSES CRESCENTES DE P₂O₅

Cyntia Stephânia dos Santos¹; Luana Rodrigues da Silva²; Luiz Augusto Gratieri³; Alessandra Rodrigues de Carvalho⁴; Felipe Campos Figueiredo⁵; Luciana Teixeira de Siqueira⁶; Marília Daniela de Oliveira⁷

^{1,7} Pós-graduanda em Cafeicultura Sustentável, Instituto Federal do Sul de Minas Gerais - Campus Muzambinho, MG; cyntia.s.santos@hotmail.com; mariliadaniela_mg@hotmail.com;

² Tecnóloga em Cafeicultura, Instituto Federal do Sul de Minas Gerais, Campus Muzambinho - MG lu_muz@hotmail.com;

³ Professor, MSc. Fitotecnia, Instituto Federal do Sul de Minas Gerais, Campus Muzambinho - MG, gratieri@eafmuz.gov.br;

⁴ Química, Instituto Federal do Sul de Minas Gerais, Campus Muzambinho - MG; alessandra.oliveira@eafmuz.gov.br;

⁵ Professor, DSc. Solos e Nutrição de Plantas, Instituto Federal do Sul de Minas Gerais, Campus Muzambinho - MG, felipe@eafmuz.gov.br;

⁶ Bióloga, Instituto Federal do Sul de Minas Gerais, Campus Muzambinho - MG, stluciana@yahoo.com.br.

RESUMO: O trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes doses de P₂O₅ na qualidade da bebida do café, por meio da avaliação das características físico-químicas dos grãos beneficiados. O experimento foi implantado no Sítio Cachoeira, localizado no Município de Monte Belo, Minas Gerais, em agosto de 2007 numa área cultivada com a variedade Rubi MG-1192 com seis anos de idade, 2778 plantas ha⁻¹, dispostas no espaçamento 3,0 m x 1,20 m num Latossolo Vermelho distroférrico. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com quatro blocos e sete tratamentos: 0, 25, 50, 100, 200, 400, 800 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Foi determinada a porcentagem das seguintes características químicas: teor de cinzas, extrato etéreo, proteína bruta, condutividade elétrica, açúcares redutores, açúcares não redutores, açúcares totais. Os resultados foram significativos para açúcares redutores, açúcares não redutores e açúcares totais. O tratamento de 25 kg P₂O₅ ha⁻¹ foi a que apresentou maiores teores de açúcares totais e açúcares não redutores. Contudo, os resultados podem ter sido influenciados por outros fatores como estágio de maturação, necessitando de outros trabalhos para dados mais conclusivos.

Palavras-chave: adubação fosfatada, qualidade, açúcares, *Coffea arabica* L.

EVALUATION OF PHYSICAL AND CHEMICAL PROCESSED COFFEE BEANS ACCORDING TO THE FERTILIZATION WITH INCREASING DOSES OF P₂O₅

ABSTRACT: The study aimed to evaluate the effect of different doses of P₂O₅ in the quality of coffee beverage, by assessing the physical and chemical characteristics of the processed grains. The experiment was established on Waterfall ranch, located in the city of Monte Belo, in the state of Minas Gerais, in August 2007 in a cultivated area with the variety Rubi MG-1192 with six years of age, with 2778 plants ha⁻¹, all arranged in a space range of 3.0 meters 1.20 meters in a Red Latosol distroferic. The experimental design was randomized in blocks consisting of seven treatments: 0, 25, 50, 100, 200, 400, 800 kg P₂O₅ ha⁻¹ and four replications. We determined the percentage of the following chemical characteristics: ash content, ethereal extract, crude protein, electrical conductivity, reducing sugars, non reducing sugars and total. The results were significant for all levels of reducing sugar, non reducing sugars, total sugars. The treatment of 25 kg P₂O₅ ha⁻¹ showed the highest levels of total sugars and non reducing sugars. However, the results may have been influenced by other factors such as maturity stage and require further work to more conclusive data.

Key words: phosphate fertilization, sugars, quality, *Coffea arabica* L.

INTRODUÇÃO

A qualidade do café está estritamente relacionada aos diversos constituintes físico-químicos responsáveis pelo sabor e aroma característicos das bebidas (Pereira et al., 2004). O sabor do café é devido à presença de constituintes voláteis, proteínas, aminoácidos, ácidos graxos, compostos fenólicos e também à ação de enzimas sobre alguns destes constituintes, que origina reações de compostos que interferirão no sabor e odor do mesmo (Souza, 1996). Complexos mecanismos bioquímicos encontram-se envolvidos na produção das características de cor, sabor e aroma do café durante a torração como as reações de Maillard e de Strecker, caramelização de açúcares, degradação de ácidos clorogênicos, proteínas e polissacarídeos. Assim, dada à complexa mistura de componentes químicos dos grãos crus e a

importância dos mesmos como precursores de substâncias voláteis e não voláteis formadas durante a torração, diversas pesquisas têm sido conduzidas visando associar composição química e qualidade de bebida (Pereira, 1997).

Estudos têm demonstrado que diversos fatores que atuam na pré e pós-colheita, ocasionando modificações indesejáveis e prejudiciais à qualidade do café, alteram a composição química do grão e têm sido responsáveis pelas diferenças entre graus de classificação da bebida (Pimenta, 2003). A composição mineral do grão pode variar com o estado nutricional do cafeeiro e a quantidade de nutrientes, local de cultivo, variedade do café, adubações, entre outros fatores (Malta et al., 2003). Deficiências em nutrientes e o uso inadequado de medidas de proteção contra as doenças do café levarão à produção de baixos padrões qualitativos do produto (Souza, 1996). Os minerais correspondem a cerca de 4% da massa seca dos cafés crus das espécies arábica e robusta, sendo que o potássio, magnésio, fósforo e cálcio são aqueles presentes em maior proporção (Borém et al., 2008).

O fósforo (P) constitui-se no 3º nutriente mais exigido pelo cafeeiro (Santinato et al., 1998) e compõe os chamados elementos ricos em energia, sendo o exemplo mais comum a adenosina trifosfato (ATP), que é utilizada em todas as reações do metabolismo que exijam entrada (utilização) de energia. Essas reações são: síntese e desdobramento de proteínas, síntese e desdobramento de óleos e gorduras, síntese e desdobramento de carboidratos, trabalho mecânico, absorção, transporte e outros (Malavolta, 2006). O fósforo na planta tem funções como promover a rápida formação e crescimento das raízes, melhorar a qualidade dos frutos (Dechen & Nachtigall, 2007), aumentar o pegamento da florada e regular a maturação (Malavolta, 2006). O fósforo também é vital à formação da semente e está envolvido na transferência de características hereditárias (Dechen & Nachtigall, 2007). Caso haja deficiência deste elemento é possível observar menor vegetação, produção e senescência precoce, bem como piora na qualidade de bebida (Malavolta, 2006).

Entre os macronutrientes, o P, é, talvez, o elemento sobre o qual mais se escreve, havendo, porém, muitas perguntas sem respostas. Os motivos para tantos escritos e indagações são vários: a importância para a vida da planta, do animal e do homem que come a planta transformada; a frequência com que limita produção; o fato de ser um insumo mineral finito e insubstituível (Malavolta, 2006). As plantas absorvem apenas o fósforo da solução do solo, que está em equilíbrio com o chamado fósforo lábil. A mobilidade desse elemento é muito baixa, sendo necessária a existência no solo de quantidades de fósforo bem superiores àquelas exigidas pelas culturas, isto porque apenas uma pequena parte das raízes fica em contato com o adubo (Rajj et al., 1982).

O fosfato é bastante móvel na planta sendo redistribuído com facilidade pelo floema, na forma de fosforil colina (Faquin, 2005), de tecidos mais velhos, onde a carência expressa primeiro, para os mais jovens. À medida que as plantas se tornam mais velhas, a maior parte do P move-se para as sementes ou para os frutos. Quando a deficiência é severa, ocorre o aparecimento de áreas mortas nas folhas, no fruto e no caule. A deficiência de P retarda a maturação dos cultivos (Dechen & Nachtigall, 2007).

O P influencia o teor de açúcar, gordura e proteína cuja biossíntese necessita de energia do trifosfato de adenosina, promove a rápida formação e crescimento das raízes, melhora a qualidade dos frutos, aumenta o pegamento da florada, regula a maturação, é vital à formação da semente e está envolvido na transferência de características hereditárias (Dechen & Nachtigall, 2007; Malavolta, 2006). Quando deficiente no cafeeiro há um número reduzido de frutos e sementes, atraso no florescimento, maturação precoce. Tanto o excesso quanto a deficiência afetam a qualidade (prova de xícara) (Malavolta, 2006). Em situação de deficiência de P na adubação e excesso de N e de K ocorrem diminuições pequenas, porém significativas na qualidade da bebida (Malavolta, 1981).

Embora a adubação influa na qualidade da bebida, são escassos os trabalhos que a relacionam com a composição química do solo, os tratamentos culturais e a composição da folha e dos frutos (Martins, 2003). Bem como, pesquisas relacionadas à adubação fosfatada com a qualidade do café.

Portanto, o objetivo neste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes doses de P_2O_5 na qualidade da bebida do café, por meio da avaliação das características físico-químicas dos grãos beneficiados.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado no Sítio Cachoeira, localizado no Município de Monte Belo, em Minas Gerais em agosto de 2007. O Município encontra-se na Latitude $21^{\circ}19'$ Sul e Longitude $46^{\circ}22'$ Oeste, a uma altitude média de 922 m. O clima é tropical de altitude, definido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. Apresenta temperatura média anual de $19,6^{\circ}C$ e precipitação média anual de 1592,7 mm.

Para a realização do experimento utilizou-se uma área cultivada com a cultivar Rubi (MG-1192). A idade das plantas na implantação do experimento era de 6 anos, tendo a lavoura uma densidade de plantio de 2778 plantas ha^{-1} , dispostas no espaçamento de 3,0 m entre linhas e 1,20 entre plantas. O solo é um Latossolo Vermelho distroférrico, anteriormente cultivado com cana-de-açúcar. O teor de P no solo, na profundidade de 0-20 cm, era de 25 $mg \cdot dm^{-3}$.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com 7 tratamentos e 4 repetições perfazendo um total de 28 parcelas. Cada parcela foi constituída de 5 plantas. As avaliações foram feitas apenas nas três plantas internas da parcela, sendo estas consideradas como área útil experimental.

Como fonte de fósforo para os tratamentos foi utilizado o superfosfato simples granulado que contém 18% P_2O_5 sol. CNA+ H_2O , 18-20% CaO, 11-12% S (Alcarde, 2007). As concentrações empregadas nos tratamentos foram:

0, 25, 50, 100, 200, 400, 800 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Antes da primeira adubação, aplicou-se calcário na área total para elevar a saturação por bases para 60%, correspondendo à aplicação de 250 kg de calcário calcítico ha⁻¹, com 85% de PRNT.

A primeira adubação com superfosfato simples foi realizada em novembro de 2007, em outubro de 2008, segunda adubação e aplicação de gesso agrícola. Para os demais nutrientes utilizaram-se as recomendações para adubação modular (Malavolta et al 1993). Além de duas aplicações foliares de B e Zn.

Em julho de 2009, o café foi colhido manualmente por derriça total. Foram separadas amostras de dois quilos para secar em sacos de polipropileno (sacos de laranja). Depois de atingida a umidade de 12%, foi feito o beneficiamento. Para realização das análises químicas retiraram-se os defeitos intrínsecos e extrínsecos das amostras. Os grãos de café crus foram moídos durante três minutos, em moinho portátil da marca IKA, modelo A11 basic, com nitrogênio líquido. As amostras foram armazenadas em frascos de polietileno e mantidas em geladeira ($\pm 10^{\circ}\text{C}$).

Determinou-se a porcentagem das seguintes características químicas: cinzas, extrato etéreo, proteína bruta, condutividade elétrica, açúcares redutores, açúcares não redutores, açúcares totais.

As análises foram realizadas no Laboratório de Bromatologia, do IF Sul de MG, Campus Muzambinho. Os resultados foram expressos na porcentagem na matéria seca, desconsiderando a umidade. Todas as análises foram realizadas em duplicata, obtendo-se como resultado final a média aritmética dos dados.

Avaliações físico-químicas

Umidade

O teor de umidade dos grãos foi determinado em estufa ventilada a 105°C + 1°C, durante 24 horas, segundo Brasil (1992).

Condutividade elétrica e pH

A extração foi realizada após 3,5 horas de embebição dos grãos, e a condutividade elétrica foi determinada segundo metodologia proposta por Prete (1992). Os resultados foram expressos em $\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$. A partir do mesmo extrato, o pH foi medido utilizando-se peagâmetro marca Gehaka.

Resíduo mineral fixo

Esta fração, também denominada de cinzas, foi determinada pelo método gravimétrico com aquecimento a 550°C em mufla e, posteriormente, utilizando balança analítica, segundo a AOAC (1990).

Açúcares totais, redutores e não redutores

Os açúcares foram determinados pelo método titulométrico Lane-Enyon (1934).

Proteína bruta

O teor de nitrogênio foi determinado pelo método Micro-Kjedahl compreendendo as etapas de digestão com H₂SO₄, destilação com solução de NaOH 50% e, finalmente, a titulação com solução de HCl 0,02 mol L⁻¹, conforme procedimento da AOAC (1990). Utilizou-se o fator de conversão para proteína bruta equivalente a 6,25.

Extrato etéreo

O extrato etéreo foi obtido por extração com éter etílico, por 5 horas, em aparelho do tipo Soxhlet, da marca Tecnal, segundo normas da AOAC (1990).

A análise dos dados foi feita pelo software Sisvar e as médias obtidas foram comparadas entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise estatística mostraram que houve diferença significativa para os teores de açúcares redutores, açúcares não redutores, açúcares totais (Tabela 1).

Tabela 1 – Constituintes químicos dos grãos de café beneficiados em função da adubação com doses crescentes de P_2O_5 .

Doses P_2O_5 (kg ha ⁻¹)	CZ	EE	PB	pH	AR	ANR	AT	CE
%.....							
0	3,38	11,71	15,15	5,63	1,93 a	5,49 b	7,71 b	636,40
25	3,21	11,51	15,40	5,64	2,67 b	8,62 a	11,75 a	627,24
50	3,06	11,46	15,90	5,58	2,24 ab	4,53 b	7,01 b	625,40
100	3,69	11,87	15,46	5,70	2,11 ab	5,52 b	7,92 b	621,94
200	3,32	12,17	15,13	5,64	2,29 ab	5,24 b	7,81 b	587,53
400	3,57	11,23	15,49	5,64	2,37 ab	4,76 b	7,39 b	692,69
800	3,49	11,59	15,00	5,67	1,97 a	6,14 b	8,43 b	567,81
<i>Teste F</i>								
<i>Doses</i>	ns	ns	ns	ns	**	**	**	ns
<i>CV(%)</i>	ns	6,0	3,1	1,0	12,3	13	9,3	25,7

CZ- Cinzas, EE – Extrato Etéreo, PB – Proteína Bruta, AT – Açúcares Totais, AR – Açúcares redutores, ANR – Açúcares não redutores, CE – Condutividade Elétrica; Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si; ns: não significativo a 5% de probabilidade pelo teste Tukey; ** - significativo a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Os açúcares participam de importantes reações químicas que ocorrem durante a torração, como a reação de Maillard e a caramelização (desejável na qualidade de bebida), que serão responsáveis pela formação da cor, sabor e aroma peculiares da bebida (Silva, 1999). As variações nos teores de açúcares são geralmente atribuídas ao estágio de maturação dos frutos, local de cultivo e ocorrência de fermentações na polpa e mucilagem do café (Pereira, 1997). Os teores de açúcares encontrados nos grãos de café também estão diretamente relacionados com as condições climáticas de cada região onde são produzidos, conforme Chagas et al. (1996). Neste trabalho os autores relatam haver diferença nos teores de açúcares redutores para os cafés analisados em distintas regiões, sendo os valores encontrados iguais a 1,87% para os cafés da região do Triângulo Mineiro, 1,39% para os cafés do Sul de Minas Gerais e 0,95% para os cafés da Zona da Mata Mineira. Os autores associaram estas variações às condições climáticas das regiões, que possivelmente devem ter proporcionado uma maturação mais uniforme do café, fazendo com que ocorra uma maior produção e acúmulo de açúcar. Os teores de açúcares totais relatados no mesmo trabalho foram de 7,75% nas amostras do Triângulo Mineiro, 7,03% nos cafés da região Sul de Minas Gerais e 5,32% nas amostras da Zona da Mata Mineira.

No presente trabalho os teores de açúcares totais variaram de 7,01 a 11,75% nas doses de 0 e 800 kg P_2O_5 ha⁻¹. O tratamento de 25 kg P_2O_5 ha⁻¹ foi a que apresentou maiores teores de açúcares totais e açúcares não redutores. Os açúcares podem contribuir para o sabor e aroma do café, mas estes atributos ainda não participam das classificações oficiais de qualidade de bebida adotadas no mercado, apesar de que os cafés de melhor qualidade possuem maiores teores de açúcares totais (Silva et al., 2002). Para Malavolta (2006), o fósforo influencia o teor de açúcar, cuja biossíntese necessita de energia do trifosfato de adenosina, quando deficiente no cafeeiro há um número reduzido de frutos e sementes, atraso no florescimento.

CONCLUSÕES

O tratamento de 25 kg P_2O_5 ha⁻¹ foi a que apresentou maiores teores de açúcares totais e açúcares não redutores.

Houve influência nos teores de açúcares, contudo os resultados podem ter sido influenciados por outros fatores como estágio de maturação, necessitando de outros trabalhos para dados mais conclusivos.

A quantidade de P no solo na implantação do experimento pode ter suprido as necessidades da planta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCARDE, C.J. Fertilizantes. NOVAIS et al. **Fertilidade do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. Cap. XII, p. 740.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of the Association of Official Analytical Chemists**. 15. ed. Washington, 1990. 2v. 684p.

BORÉM, F. M.; SILVA, T. J. G., SILVA, E. A. A. Anatomia e composição química do fruto e da semente do cafeeiro. In: BORÉM, F. M. **Pós-colheita do café**. 1. ed. Lavras: Ed. UFLA, 2008. Cap. 01, p19 -40.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de semente**. Brasília: CLAV/DNDV/SAND/MA, 1992.365p.

CHAGAS, S. J. de R.; CARVALHO, V. D.; COSTA, L. ROMANIELLO, M.M. Caracterização química e qualitativa de cafés de alguns municípios de três regiões produtoras de Minas Gerais. II — Valores de acidez titulável e teores de açúcares (redutores, não redutores e totais). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 20, n. 2, p. 224-231, abr./jun. 1996.

DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: NOVAIS, Roberto Ferreira et al. (Ed.) **Fertilidade do solo**. 1.ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. Cap.03, p.91-132.

FAQUIN, V. **Nutrição Mineral de Plantas**. Lavras: UFLA – FAEPE, 2005. 183p.

LANE, J. H.; EYNON, L. Determination of reducing sugars by Fehling's solution with methylene blue indicator, **Norman Rodge**, London, 8p., 1934.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006. 638p.

MALAVOLTA, E. **Nutrição mineral e adubação do cafeeiro**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1993, p. 64 - 126.

MALTA, M. R.; NOGUEIRA, F. D.; GUIMARÃES, P. T. G. Composição Química, Produção e Qualidade do Café fertilizado com diferentes fontes e doses de Nitrogênio. **Ciência Agrotec.**, Lavras, v.27, n.6, p.1246-1252, nov./dez., 2003. Disponível em: <<http://www.editora.ufla.br>> Acesso em: 17 setembro 2009.

MARTINS, D. R. **Estado nutricional e qualidade de bebida em cafeeiros tratados com lodo de esgoto**. 2003. 98p. Tese (mestrado) – Instituto Agronômico, Campinas, 2003. Disponível em: <www.iac.gov.br> Acesso em: 06 outubro 2009.

PEREIRA, R. G. F. A. **Efeito da inclusão de grãos defeituosos na composição química e qualidade do café (*Coffea arabica* L.) “estritamente mole”**. 1997. 96p. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1997. Disponível em: <www.sbicafe.ufv.br> Acesso em: 10 março 2010.

PEREIRA, R. G. F. A.; MALTA, M. R.; FREITAS, M. L. G. Qualidade: Conceitos, atributos, classificação oficial Brasileira, Métodos químicos e métodos instrumentais. In: PEREIRA, R. G. F. A. **Qualidade do café/ Cafés especiais**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2004. Cap. 01, p. 5-18.

PIMENTA, C. J. **Qualidade de Café**. Lavras: Editora UFLA, 2003. 304p.

PRETE, C. E. C. **Condutividade elétrica do exsudato de grãos de café (*Coffea arabica* L.) e sua relação com a qualidade da bebida**. 1992. 125p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

RAIJ, B. V.; ROSAND, P. C.; LOBATO, E. Adubação fosfatada no Brasil – Apreciação geral, conclusões e recomendações. In: OLIVEIRA, A. J.; LOURENÇO, S.; GOEDERT, W. J. **Adubação Fosfatada no Brasil**. Brasília: EMBRAPA-DID, 1982. Cap. 01, p. 9 -28.

SANTINATO, R.; FERNANDES, A. L. T.; PEREIRA, E.M. Fontes e doses crescentes de P₂O₅ (fósforo) na formação do cafeeiro em solo de cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 24.; 1998. Poços de Caldas. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBG/GERCA, 1998.p. 93-94.

SILVA, E. de B. **Fontes e doses de potássio na produção e qualidade do café provenientes de plantas cultivadas em duas condições edafoclimáticas**.1999. 105p. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999. Disponível em: <www.sbicafe.ufv.br> Acesso em: 09 outubro 2009.

SILVA, E. de B.; NOGUEIRA, F. D.; GUIMARÃES, P. T. G. Qualidade dos grãos de café em função de doses de potássio. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.24, n.5, p. 1291-1297, 2002. Disponível em: <<http://www.periodicos.uem.br>> Acesso em: 01 outubro 2009.

SOUZA, S. M. C. de. **O Café (*Coffea arabica* L.) na Região Sul de Minas Gerais – Relação da Qualidade com fatores ambientais, estruturas e tecnológicos**. 1996. 184p. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1996. Disponível em: <www.sbicafe.ufv.br> Acesso em: 05 janeiro 2010.